

SÄTEILY- JA YDINTURVALLISUUSKATSAUKSIA



# Säteilyvaara ja suojautuminen

# Säteilyvaara ja suojautuminen

Suojautumista edellyttävän säteilyvaaratilanteen voisi aiheuttaa joko ydinaseräjäytys tai vakava ydinvoimalaitosonnettomuus.

On tärkeää saada tieto uhkavasta säteilyvaarasta jo ennen kuin suojautuminen olisi tarpeen. Kotimaisten ydinvoimalaitosten vaaratilanteista saadaan tieto jo ensimmäisten häiriöiden ilmetessä. Myös naapurimaiden kanssa on sovittu, että vaaratilanteista ja onnettomuuksista ilmoitetaan pikaisesti. Lisäksi Suomen ja kaikkien naapurimaiden säteilytilannetta tarkkaillaan jatkuvasti ja pienetkin muutokset havaitaan välittömästi. Kaikilta kotimaisilta mittausasemilta saadaan automaattisesti hälytys.

Tiedonsaanti on varmistettu erityisen hyvin lähimmiltä naapurimaiden ydinvoimalaitoksilta.

## Käsitteet tutuiksi

Aineet, joissa on virittyneitä ytimiä, ovat radioaktiivisia. Säteilyä syntyy virityksen purkautuessa. Tällöin ytimet muuttuvat, mahdollisesti useidenkin viritystilojen kautta, pysyviksi muiden alkuaineiden ytimiksi ja radioaktiivinen aine hajoaa. Säteilyn voimakkuutta kuvaava suure on aktiivisuus.

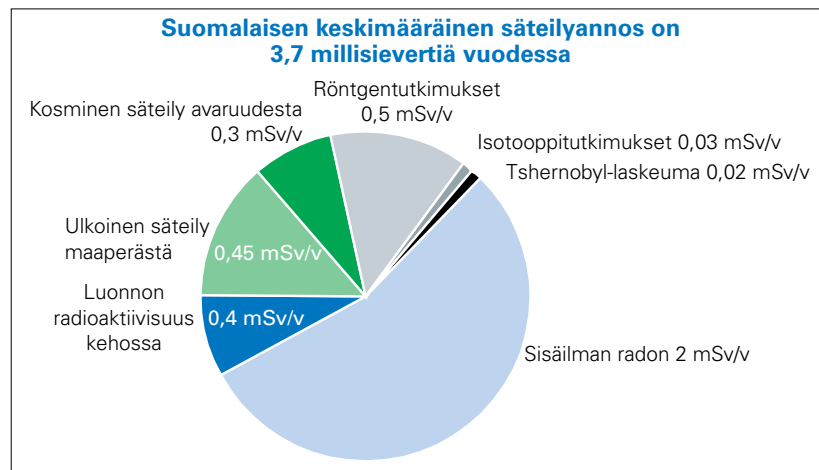
Aktiivisuuden yksikkö on becquerel (Bq). Yksi becquerel tarkoittaa, että aineessa tapahtuu yksi virityksen purkautuminen sekunnissa. Elintarvikkeissa olevien radioaktiivisten aineiden aktiivisuuspitoisuudet ilmoitetaan becquereleinä kiloa tai litraa kohti (Bq/kg, Bq/l).

**Säteilyannos** kuvaa säteilyn aiheuttamaa terveydellistä haittaa. Sen yksikkö on sievert (Sv). Annos ilmoitetaan usein sievertin tuhannesosina eli millisieverteinä (mSv) tai miljoonasosina eli mikrosieverteinä (μSv).

**Annosnopeus** ilmaisee, kuinka suuren säteilyannoksen ihminen saa tiettyssä ajassa ollessaan säteilyn vaikutuspiirissä. Annosnopeuden yksikkö on sievertiä tunnissa (Sv/h).

## Becquerelistä sievertiin

Muuntosuhde becquerelistä sievertiin on erilainen kullekin radioaktiiviselle aineelle ja se vaihtelee suuresti. Esimerkiksi ihminen saa yhden millisievertin säteilyannoksen, jos hän saa elintarvikkeiden mukana 80 000 becquereliä radioaktiivista cesiumia. Jos elintarvikkeissa on radioaktiivista cesiumia alle tuhat becquereliä kilossa, niiden käyttöä ei tarvitse yleensä rajoittaa. Cesium kertyy ihmisessä lihaksiin. Radioaktiivista cesiumia voi vapautua ympäristöön ydinräjäytyksessä ja vakavassa ydinvoimalaitosonnettomuudessa.



Esimerkiksi Venäjän Suomea lähellä olevissa voimaloissa on onnettomuusilmoitusten tekemistä nopeuttavat järjestelmät. Niistä voidaan muutamalla napin painalluksella lähettää satelliitin

kautta tieto onnettomuudesta Suomeen.

Säteilyturvakeskuksen (STUK) päivystäjä ottaa vastaan kaikki säteilyyn ja ydinturvallisuuteen liittyvät ilmoitukset ja toiminta käynnistyy 15 minuutissa kaikkina vuorokauden aikoina. Viranomaisen toiminta säteilyvaaratilanteessa on etukäteen suunniteltu ja sitä harjoitellaan säännöllisesti.

Jos vaaratilanne vaatii nopeaa suojautumista, varoitetaan ihmisiä ulkohälyttimillä annettavalla yleisellä vaaramerkillä. Tällöin on siirryttävä sisätiloihin ja seurattava radion ja television lähetyksiä, joissa annetaan toimintaohjeet esimerkiksi joditablettien ottamisesta, elintarvikkeiden suojaamisesta sekä ulkona liikkumisesta. Kii-reelliset tiedotteet tulevat kaikilta radiokanavilta, ja ne keskeyttävät muut ohjelmat. Televisiossa tiedotteet näkyvät kuvaruudun yläosassa kulkevana tekstinä, johon liittyy hätätiedotteen äänitunnus. Ohjeet säteilyvaaratilanteiden varalle löytyvät myös puhelinluetteloiden alkulehdiltä.

## SÄTEILYN TERVEYSHAITAT

Säteilyn aiheuttamia terveyshaittoja on kahta tyyppiä, suorat terveyshaitat ja satunnaiset myö-

häisvaikutukset. Vakavassakin onnettomuudessa suorat terveyshaitat voidaan estää, jos suojaudutaan asianmukaisesti.

### Säteilyn suorat terveyshaitat

Lyhyessä ajassa saatu hyvin suuri säteilyannos tuhoaa niin paljon soluja, että sillä on välittömästi vaikutusta henkilön terveyteen. Tämä voi ilmetä paikallisena palovammana tai säteilynsairautena, joka aiheuttaa pahoinvointia sekä luuydin- ja suolistovaurioita. Alle 500 millisievertin äkillinen annos ei aiheuta tällaisia haittavaikutuksia eikä muita oireita.

Suuren ydinaseen käytön seurauksena suojautumattomat ihmiset voivat pahimmassa tapauksessa saada säteilynsairauden jopa muutaman sadan kilometrin etäisyydellä räjäytyspaikasta. Vakavassa ydinvoimalaitosonnettomuudessa oireita esiintyisi suojamattomilla ihmisillä korkeintaan parinkymmenen kilometrin etäisyydellä laitoksesta.

### Säteilyn myöhäisvaikutukset

Useita vuosia vakavan onnettomuuden jälkeen voi saastuneimilla alueilla esiintyä syöpätapausten ja mahdollisesti perinnöllisten haittojen lisääntymistä.

**Syöpäriski.** Kansainvälisen säteilysuojelukomitean (ICRP) mukaan syöpäkuoleman esiintymistodennäköisyys on 0,5 prosenttia kutakin 100 millisievertin (mSv) suuruista annosta kohden.

Suomessa syöpään sairastuu säteilystä riippumatta vuosittain yli 20 000 ihmistä. Koska syöpä on tavallinen sairaus, ei pienten säteilyannosten aiheuttamaa syöpään lisääntymistä voi tilastollisesti havaita. Poikkeuksena tästä on lasten kilpirauhassyöpä, joka on hyvin harvinainen normaalioloissa. Kilpirauhassyöpää aiheuttaa radioaktiivinen jodi.

### Esimerkkejä säteilyannoksista

6000 mSv	Annos, joka äkillisesti saatuna saattaa johtaa henkilön kuolemaan.
1000 mSv	Annos, joka alle vuorokaudessa saatuna aiheuttaa säteilynsairauden oireita, esimerkiksi väsymystä ja pahoinvointia.
100 mSv	Säteilytyöntekijälle suurin sallittu annos 5 vuoden aikana.
3,7 mSv	Suomalaiselle säteilystä (sisäilman radon, röntgentutkimukset jne.) aiheutuva keskimääräinen annos vuodessa.
2 mSv	Annos, jonka lentokoneessa työskentelevä saa kosmisesta säteilystä vuodessa.
0,1 mSv	Keuhkojen röntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva annos.
0,01 mSv	Hammasröntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva annos.

### Esimerkkejä annosnopeuksista

100 µSv/h	Suojelutoimet (esim. sisälle suojautuminen) ovat tarpeen.
30 µSv/h	Isotooppihoitoa saaneesta potilaasta metrin etäisyydellä mitattu annosnopeus, jonka alittuessa potilas pääsee kotiin.
5 µSv/h	Tshernobylin onnettomuuden aikana suurin mitattu annosnopeus Suomessa.
5 µSv/h	Annosnopeus lennettäessä 12 kilometrin korkeudessa.
0,4 µSv/h	Annosnopeus, jonka ylityessä Suomen säteilyvalvontaverkon automaattinen säteilymittari hälyttää.
0,04–0,30 µSv/h	Luonnon taustasäteily Suomessa.

**Perinnölliset haitat.** Perinnöllisiä muutoksia syntyy jokaisessa sukupolvessa aivan itsestäänkin, eikä säteilyn mahdollisesti aiheuttamia muutoksia voi erottaa itseltään syntyvistä muutoksista.

Säteilyn aiheuttamia perinnöllisiä vaikutuksia on osoitettu eläinkokeissa. Sen sijaan niitä ei ole havaittu missään säteilylle altistuneessa väestöryhmässä.

### Esimerkki syöpäriskistä

Jos 20 000 asukkaan kaupungissa jokainen saa 100 mSv:n säteilyannoksen, se aiheuttaa heidän joukossaan seuraavan 80 vuoden aikana 100 ylimääräistä syöpäkuolemaa. Muista syistä kuin säteilystä aiheutuvaan syöpään kuolee kaupungin asukkaista samana aikana 4000 ihmistä, eli joka viides.

## SÄTEILYVAARAN AIHEUTTAJAT

### Ydinaseet

Ydinaseen käyttö Suomen lähi-alueella aiheuttaisi vakavamman säteilyvaaratilanteen kuin mikään ydinvoimalaitosonnettomuus.

Ydinaseen sotilaallinen tuhovoima perustuu pääasiassa räjähdyksessä syntyvään paineiskuun ja räjähdyshetkellä vapautuvaan lämpösäteilyyn. Ne aiheuttavat rakennuksien sortumista ja tulipaloja. Välittömän vaikutusalueen ulkopuolella uhkana olisi räjähdyksessä syntyvien radioaktiivisten aineiden lähettämä säteily.

Säteilyvaarallisen alueen laajuus riippuu muun muassa ydinaseen koosta ja räjähdyskorkeudesta. Suurikokoisen ydinaseen, suuruusluokka noin 1 megatonni, räjähdysen aiheuttamalta säteilyltä



suojaus autuminen vaatii epäsuotuisan sään vallitessa väestösuojiin siirtymistä pilven kulkureitillä jopa satojen kilometrien päässä. Pienemmän, taktisen ydinaseen räjähdysen säteilyvaikutuksilta suojaus autuminen saattaa vaatia epäsuotuisissa sääolosuhteissa väestösuojiin siirtymistä kymmenien kilometrien päässä pilven kulkureitillä. Väestösuojan puuttuessa suojaudutaan mahdollisimman hyvin sisätiloihin.

Ydinase ei laukea vahingossa, vaikka se putoaisi tai asetta kuljettava ajoneuvo ajaisi kolarin. Se voi kuitenkin vaurioitua varastossa tai sota-aluksessa syttyvässä tulipalossa tai kemiallisessa räjähdyksessä siten, että aseessa oleva

uraani tai plutonium paljastuu ja höyrystyy ilmaan. Seurauksena voi olla terveydelle haitallinen säteilytilanne onnettomuuspaikan lähialueilla.

### Ydinvoimalaitokset

Ydinvoimalaitoksesta voi päästä suuri määrä radioaktiivisia aineita ympäristöön ainoastaan vakavan reaktorivaurion seurauksena. Reaktorivauriot ovat hyvin epätodennäköisiä, sillä ne on estetty monin erilaisin suojaus- ja turvajärjestelmin.

Useimmissa ydinvoimalaitoksissa reaktoria ympäröi korkea painetta kestävä, kaasutiivis suojarakennus. Sen avulla pyritään onnettomuustilanteessa

pitämään polttoaineesta vapautuvat radioaktiiviset kaasut ja hiukkaset rakennuksen sisäpuolella. Hiukkasista suurin osa kiinnittyy alle vuorokaudessa rakennuksen sisäpinnoille. Jos suojarakennus pettää, laitoksesta ulospäässeet radioaktiiviset aineet kulkeutuvat tuulen mukana.

Loviisan, Olkiluodon, Kuolan, Leningradin tai Forsmarkin ydinvoimalaitoksessa tapahtuva vakava onnettomuus voisi aiheuttaa Suomessa säteilytilanteen, joka edellyttäisi suojelutoimenpiteitä laajalla alueella. Tällöin laskeumalla olisi vaikutuksia myös maatalouteen, elintarviketeollisuuteen ja ulkomaankauppaan.

Muut Venäjän, Ruotsin tai Euroopan ydinvoimalaitokset sijaitsevat niin kaukana Suomesta, että niissä tapahtuva vakava onnettomuus ei edellyttäisi väestön sisällesuojautumista Suomessa. Epäsuotuisissa sääolosuhteissa saatettaisiin kuitenkin tarvita toimenpiteitä esimerkiksi elintarvikkeiden puhtauden varmistamiseksi.

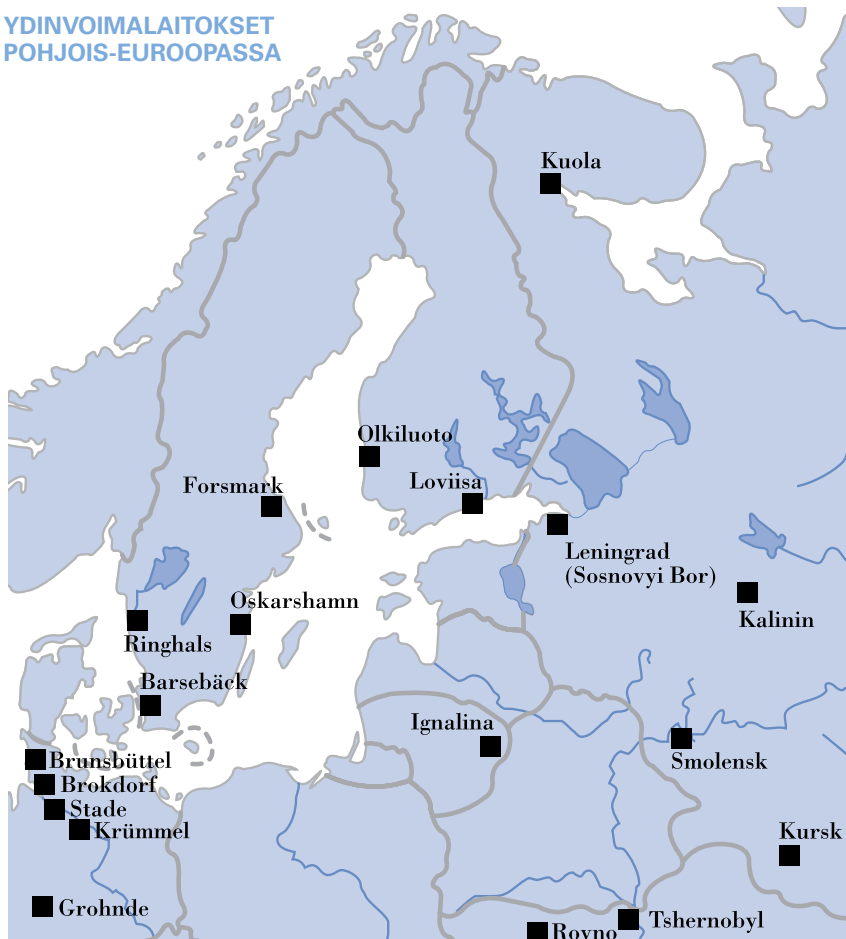
Ydinvoimalaitokset on suunniteltu hyvin kestäviksi. Useimmissa laitoksissa reaktoria ympäröi voimakkaitakin ulkoisia iskuja kestävä betoninen suojarakennus. Betonisuoja voi koostua yhdestä esimerkiksi 1,5 metriä paksusta tai useasta ohuemmasta seinästä. Jos ulkoisessa iskussa syttyy suuri turvajärjestelmiä uhkaava tulipalo, voi seurauksena kuitenkin olla reaktorivaurio.

### Ydinpolttoaine

Tuore ydinvoimalaitoksissa käytetty polttoaine säteilee hyvin vähän. Sen kuljetuksessa tapahtuva onnettomuus ei voi aiheuttaa säteilyvaaratilannetta ihmisille tai ympäristölle.

Ydinvoimalaitoksen reaktorissa on muutamia satoja polttoainepipuja. Niistä noin 20–30

### YDINVOIMALAITOKSET POHJOIS-EUROOPASSA



prosenttia vaihdetaan vuosittain uusiin. Käytetty polttoaine väli-varastoidaan voimalaitoksilla olevissa syvissä vesialtaissa. Vakava onnettomuus väli-varastossa voi pahimmassa kuviteltavissa olevassa tapauksessa saastuttaa lähiympäristöä ja antaa aiheen suojautumiseen muutaman kilometrin etäisyydellä varastosta.

Käytetyn polttoaineen aktiivisuus vähenee reaktorista poistamisen jälkeen yhdessä vuodessa sadasosaan ja 40 vuodessa tuhannesosaan. Suomen ydinvoimalaitosten käytetty ydinpolttoaine on suunniteltu loppusijoitettavaksi Eurajoen kallioperään.

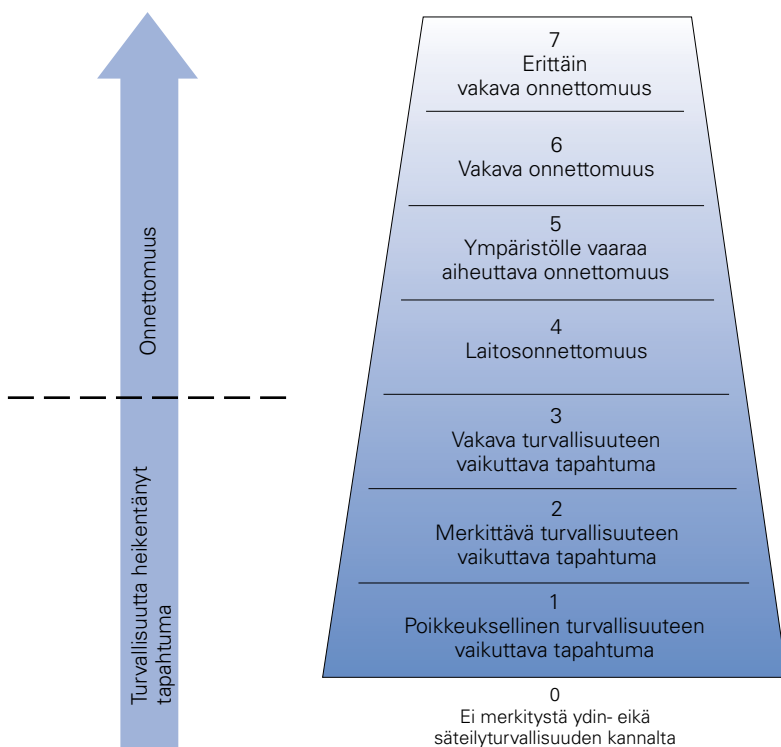
Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetussäiliöille on asetettu tiukat turvallisuusvaatimukset. Säiliöiden on säilyttävä ehjinä muun muassa tulipalossa ja niitä kuljetavan junan törmäyksessä. Vaikka säiliö jostain syystä särkyisikin, vaikutukset ulottuisivat pahimmassakin tapauksessa muutamiin satojen metrien etäisyydelle onnettomuuspaikasta. Suomessa käytetyn polttoaineen kuljetukset Venäjälle loppuivat vuonna 1996 ja kuljetukset Loviisasta Eurajoelle alkavat aikaisintaan vuonna 2020.

Käytetyssä polttoaineessa on edelleen käyttökelpoista uraania ja plutoniumia. Ne voidaan ottaa talteen ja käyttää uuden polttoaineen valmistamiseen. Vakava onnettomuus käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittelylaitoksessa aiheuttaisi vaaratilanteen laitoksen läheisyydessä ja mahdollisia puhdistus- ja suojelutoimia laajemmalla alueella. Suomea lähimpänä olevat laitokset ovat Ranskan La Hague ja Iso-Britannian Sellafield. Niissä tapahtuvat onnettomuudet eivät kaukaisen sijainnin vuoksi aiheuttaisi säteilyvaaraa Suomessa.

#### Ydinkäyttöiset alukset

Ydinkäyttöisen aluksen, kuten sukellusveneen tai jäänmurtajan

#### INES - Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko (International Nuclear Event Scale)



Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko INES (International Nuclear Event Scale) kuvaa tapahtumien vakavuutta ja merkitystä väestön ja ympäristön turvallisuudelle.

Asteikossa on seitsemän luokkaa. Luokat 1–3 kuvaavat turvallisuutta heikentäneitä tapahtumia ja 4–7 eriaisteisia onnettomuuksia. Asteikon alimmilla luokilla 1 ja 2 kuvataan lähinnä teknisiä vikoja, jotka ovat heikentäneet laitoksen turvallisuutta. Jos laitoksen ulkopuolella tarvitaan suojelutoimia, kuuluu onnettomuus vähintään INES-luokkaan neljä.

#### Esimerkkejä INES-luokituksista

INES 7, Ukrainassa sijaitsevan Tshernobylin voimalaitoksen ydinreaktorin räjähdys vuonna 1986.

INES 6, Venäjällä sijaitsevan Majakin jälleenkäsittelylaitoksen onnettomuus vuonna 1957.

INES 5, Three Mile Islandin ydinvoimalaitoksella USA:ssa Harrisburgissa tapahtunut onnettomuus vuonna 1979.

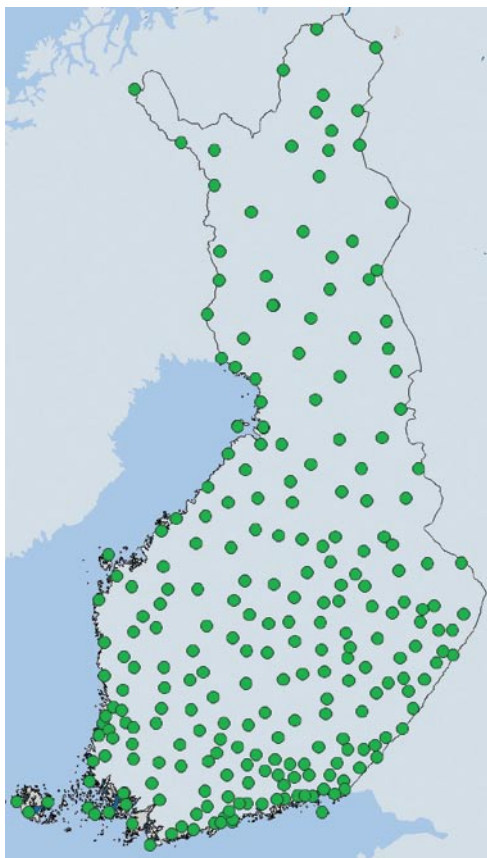
INES 4, onnettomuus japanilaisella Tokaimuran ydinpolttoainetehtaalla vuonna 1999.

Suomen ydinvoimalaitosten tapahtumat ovat olleet korkeintaan luokkaa 2.

reaktorissa radioaktiivisia aineita on vain muutamia prosentteja siitä, mitä on ydinvoimalaitoksen reaktorissa. Vakava reaktorivaurio ydinkäyttöisellä aluksella voisi aiheuttaa suojelutoimia vaativan säteilytilanteen vain paikallisesti.

Suomea lähimmät ydinkäyttöiset alukset ovat runsaan sadan kilometrin päässä Suomen rajasta olevalla Murmanskin alueella. Vakavinkaan reaktorionnettomuus näillä aluksilla ei edellyttäisi suojelutoimenpiteitä Suomessa.

Kuolan niemimaalla on voimakkaasti säteilevää käytettyä



Suomessa on koko maan kattava automaattinen säteilyvalvontaverkko. STUKin päivystäjä saa ilmoituksen heti, jos jollakin asemalla on normaalia suurempi säteilyarvo. Asemien mittaustulokset päivittyvät STUKin internetsivuille kerran tunnissa.

polttoainetta, joka on peräisin ydinkäyttöisistä sukellusveneistä. Jätteet ovat huonokuntoisissa varastoissa odottamassa turvallisempaa jätehuoltoa. Ne ovat paikallinen ympäristöuhka, mutta vakavinkaan onnettomuus ei aiheuttaisi vaaraa Suomen alueella.

### Ydinkäyttöiset satelliitit

Satelliitin laitteistojen tarvitsema sähkö tuotetaan pääasiassa aurinkopaneelilla, mutta niissä voidaan käyttää myös ydinreaktoria tai plutoniumparistoja.

Kun satelliitin käyttöaika päättyy, turvajärjestelmät laukaisevat ydinreaktorin ylemmälle kiertoradalle odottamaan radioaktiivisuuden vähenemistä. Jos laukaisu ei onnistu, reaktori pyritään irrottamaan ennen satelliitin syöksymistä maahan. Reaktorisydämen irrotuksen epäonnistuessa radioaktiivisia kappaleita saattaa levitä laajallekin alueelle. Kappaleet voivat aiheuttaa suuriakin yksilökohtaisia annoksia, mikäli niihin koskee paljaalla kädellä. Saastunut alue puhdistetaan. Esimerkiksi Kanadassa vuonna 1978 satelliitin maahansyky vaati puhdistustoimia laajoilla alueilla.

Energialähteenä käytettävien plutoniumparistojen rakenteiden suunnittelulla pyritään siihen, että ne säilyvät ehjinä kaikissa tilanteissa. Ehjät paristot ovat vaarattomia. Plutoniumia voi vapautua ympäristöön vain, jos paristo vaurioituu ja plutonium murenee tai syttyy palamaan. Plutonium on vaarallista, jos sitä kulkeutuu hengitysilman mukana keuhkoihin. Keuhkoihin jäävät plutoniumhiukaset voivat aiheuttaa syöpää.

### Säteilylähteiden hyötykäyttö

Radioaktiivisia aineita käytetään tutkimuksessa ja teollisuudessa muun muassa metallirakenteiden tarkastuksissa sekä prosessien ohjaus- ja valvontalaitteissa. Sai-

raaloissa radioaktiivisia aineita käytetään potilaiden tutkimiseen ja syövän hoitoon. Säteilyn käyttöön liittyvä vaaratilanne voi syntyä tulipalon yhteydessä tai säteilylähteen muuten vaurioituessa. Onnettomuuden vaikutukset rajoittuisivat lähiympäristöön, lähinnä sisätiloihin.

### Säteilylähteiden lainvastainen käyttö

Radioaktiivisia aineita voidaan levittää ympäristöön tai ihmisiä voidaan altistaa säteilylle muulla tavalla.

Tavanomaisen räjähteen avulla levitetty radioaktiivinen aine (niin sanottu likainen pommi) voi enimmillään saastuttaa muutaman neliökilometrin alueen siten, että alueella tarvitaan kiireellisiä puhdistustoimia. Säteilyn mahdollinen esiintyminen tutkitaan viivytyksettä räjähdysen jälkeen ja vaara-alue eristetään sekä käynnistetään tarvittavat puhdistustoimet.

Ilman suojusta elinympäristöön jätetty voimakas säteilylähte voi vaikuttaa noin sadan metrin säteellä oleskelleiden terveyteen ja altistaa jopa satojen metrien etäisyydellä oleskelevia. Myös radioaktiivisten aineiden salakauppa ja -kuljetus voivat aiheuttaa terveysriskin salakuljettajille, kansamatkustajille ja vastaanottajille. Suomen rajalla on useita säteilyn mittausasemia, joilla valvotaan henkilö- ja tavaraliikennettä. Taroituksena on estää luvattomien kuljetusten saapuminen maahan.

Radioaktiivisia aineita voi levittää ihmisten elinympäristöön myös siten, että henkilö avaa löytämänsä kadotetun tai varastetun jauhe- tai nestemäisen säteilylähteen sisällön. Henkilö voi tällöin levittää radioaktiivisia aineita kaikkialle, missä hän käy. Terveyshaitat ovat mahdollisia, jos saastumista ei havaita ajoissa. Saastuneen ympäristön puhdistaminen voi olla vaativaa.

Mikä Suomea voi uhata?		Vaikutukset
<b>Ydinräjäytys</b>		Säteilyvaarallisen alueen laajuus riippuu mm. ydinaseen koosta ja räjähdyskorkeudesta. Pahimmillaan suojautumaton henkilö voi saada säteily sairauden oireita jopa muutaman sadan kilometrin etäisyydellä räjäytyspaikasta. Ydinräjäytystilanteessa parhaan suojan saa väestönsuojassa.
<b>Vakava ydinvoimalaitosonnettomuus</b>		Onnettomuuslaitoksella tai aivan sen läheisyydessä voi suojautumaton henkilö saada säteily sairautteen johtavan säteilyannoksen. Syöpä voi lisääntyä saastuneimmilla alueilla useita vuosia onnettomuuden jälkeen. Radioaktiivisen pilven kulkureitillä olevat suojautuvat pilven ylikulun ajaksi pääasiassa sisätiloihin. Joditabletti suojaa kilpirauhasta, jos ilmaan vapautuu radioaktiivista jodia.
<b>Ydinkäyttöiset satelliitit</b>		Turvajärjestelmillä ja satelliittien rakenteiden suunnittelulla on pyritty siihen, että terveydelle vaarallisia radioaktiivisia kappaleita ei putoa maahan. Jos satelliitin reaktorisydän kuitenkin syöksyy maahan, vaara-alue eristetään ja puhdistetaan.
<b>Ydinkäyttöiset alukset</b>		Lähimmät ydinkäyttöiset sukellusveneet ja jäänmurtajat ovat Murmanskin alueella, noin sadan kilometrin päässä Suomen rajasta. Vakavinkaan reaktorionnettomuus niillä ei edellytä suojelutoimenpiteitä Suomessa.
<b>Käytetty ydinpolttoaine</b>		Ydinvoimalaitosten käytöstä poistama polttoaine on eristetty elinympäristöstä välivastoihin odottamaan loppusijoitusta. Jos käytetyn polttoaineen kuljetuksessa tapahtuisi vakava onnettomuus, ulottuisivat seurauksvaikutukset vain muutamien satojen metrien etäisyydelle onnettomuuspaikasta. Suomessa käytettyä polttoainetta ei kuljeteta ennen vuotta 2020.
<b>Ydinjätekeskittymät</b>		Kuolan niemimaalla olevissa huonokuntoisissa varastoissa on käytettyä ydinpolttoainetta, joka on peräisin ydinkäyttöisistä sukellusveneistä. Ne ovat alueellisesti huomattava ympäristöuhka. Kuitenkaan vakavinkaan onnettomuus ei aiheuttaisi vaaraa Suomessa.
<b>Säteilylähteiden hyötykäyttö</b>		Säteilyn käytön turvallisuutta esim. sairaaloissa, teollisuudessa ja tutkimuksessa valvotaan, ja niihin liittyvän onnettomuuden vaikutukset rajoittuisivat lähiympäristöön, lähinnä sisätiloihin.
<b>Säteilylähteiden lainvastainen käyttö</b>		Mikäli radioaktiivisia aineita levitetään ympäristöön tavanomaisen räjähteen avulla tai muilla keinoin, ovat säteilyn aiheuttamat terveyshaitat mahdollisia, jos saastumista ei havaita ajoissa. Saastuneen ympäristön puhdistaminen voi olla vaativaa. Räjäyttämällä levitetty radioaktiivinen aine voi enimmillään saastuttaa muutaman neliökilometrin alueen siten, että alueella tarvitaan kiireellisiä puhdistustoimia.  Ilman suojastaan elinympäristöön jätetty voimakas säteilylähte voi vaikuttaa noin sadan metrin säteellä oleskelevien terveyteen ja altistaa jopa satojen metrien etäisyydellä oleskelevia. Radioaktiivisten aineiden salakauppa ja -kuljetus voivat aiheuttaa terveysriskin salakuljettajille, kanssamatkustajille ja vastaanottajille.

### Ydinasekokeet

Ydinaseita on testattu ilmassa, vedessä ja maan alla tehdyissä ydinasekokeissa vuodesta 1945 alkaen. Lähimpänä Suomea oli Novaja Zemljan saarella sijaitseva entisen Neuvostoliiton ydinalue. Pienemmissä kokeissa vapautuneet radioaktiiviset aineet kulkeutuivat ilmapirtausten mukana ja laskeutuivat maahan kulkureitilleen. Suuremmissa kokeissa ne nousivat ensin stratosfääriin ja levisivät sieltä joidenkin

kuukausien aikana ympäri maapalloa havaittaviksi laskeumiksi. Vuonna 1963 kiellettiin kaikki muut paitsi maanalaiset ydinasekokeet.

YK:n yleiskokous hyväksyi kaikki ydinasekokeet kieltävän sopimuksen vuonna 1996. Kaikki maat eivät kuitenkaan ole vielä sitoutuneet noudattamaan sopimusta. Ydinasekokekiellon noudattamista valvotaan eri maissa olevilla mittausasemilla.

### ONNETTOMUUDEN VAIKUTUSALUE

Onnettomuuden vaikutukset voivat ulottua laajalle alueelle vain, jos radioaktiivisia kaasuja ja hiukkasia vapautuu runsaasti ilmaan. Aineet kulkeutuvat ilmassa tuulen mukana. Tuulen nopeus määrää radioaktiivisen pilven kulkunopeuden ja suunta saastuvan alueen. Pilvi laajenee ja laimenee edetessään, ja sen radioaktiivisuus pienenee.

Kun pilvi on ohittanut alueen, hengitysilmassa ei ole enää ra-

dioaktiivisia aineita. Sen sijaan niitä on laskeutuneena maahan ja kaikille pinnoille. Laskeumassa voi olla suuriakin paikallisia eroja. Esimerkiksi sade lisää maahan putoavien hiukkasten määrää.

## SUOJAUTUMINEN

Vakavassa säteilyvaaratilanteessa keskeisimpiä väestön säteilyaltistuksen rajoittamiseksi tehtäviä suojelutoimenpiteitä ovat sisälle suojautuminen, joditablettien ottaminen, kulkurajoitukset ja maataloustuotannon suojaaminen. Ohjeet annetaan radion ja televisio-ohjelmien välityksellä.

### Suojautuminen sisätiloihin

Sisälle suojautuminen ja joditablettien ottaminen ovat riittäviä

toimenpiteitä pahimmassakin ydinvoimalaitosonnettomuudessa kaikilla niillä alueilla, jotka ovat yli 20–30 kilometrin etäisyydellä voimalaitoksesta.

Sisätiloihin suojaudutaan pilven ylikulun ajaksi (katso ohjeet sivulta 11). Tällöin vältetään radioaktiivisen ulkoilman hengittämiseltä ja vähennetään pilven suoraa säteilyä. Sisälle suojautuminen on yleensä tarpeen korkeintaan vuorokaudeksi.

Sisälle suojaudutaan koteihin, työpaikoille, kouluihin, päiväkotihin ja hoitolaitoksiin. Viranomaiset kertovat mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tulevasta suojautumistarpeesta, ajankohdasta ja suojautumisen kestosta. Olennainen osa toimenpidettä on sisätilojen tuule-

tus ja siivous heti kun viranomaiset ovat ilmoittaneet radioaktiivisen pilven menneen ohi.

Sisälle suojautumista lievempi toimenpide on tarpeettoman ulkonaolon välttäminen. Erityisesti lasten ulkona oleskelua on rajoitettava.

Sisälle suojautuminen pyritään vaaratilanteessa tekemään kunnitain, koska kunta muodostaa hallinnollisesti yhtenäisen kokonaisuuden.

### Suojautuminen väestönsuojiiin

Ydinaseen räjähtäyksen vaikutuksilta suojautumisessa väestönsuojat ovat tärkeitä säteilyannoksen rajoittamiseksi räjähdysalueen ympäristössä, jopa satoihin kilometreihin asti. Väestösuojien puuttuessa suojaudutaan sisätiloihin. Säteilyvaarallisen alueen koko riippuu muun muassa räjähteen koosta, räjähdyskorkeudesta ja säätilasta.

### Joditablettien ottaminen

Jos on odotettavissa, että hengittävässä ilmassa on suuria määriä radioaktiivista jodia, ihmisiä kehoitetaan ottamaan joditabletti. Tällä toimenpiteellä estetään radioaktiivisen jodin kulkeutuminen kilpirauhaseen.

### Kulkurajoitukset

Ihmisten pääsyä uhatulle tai saastuneelle alueelle voidaan rajoittaa, kunnes on varmistettu alueen turvallisuudesta. Rajoitukset koskevat tällöin samoja alueita, joilla on kehoitettu rajoittamaan ulkona liikkumista. Pääsy sallitaan vain alueella välttämättömiä toimenpiteitä tekeville.

### Evakuointi ja ympäristön puhdistus

Kotimaisen ydinvoimalaitoksen lähialue alle viiden kilometrin etäisyydellä evakuoidaan varotoimenpiteenä, jos on olemassa

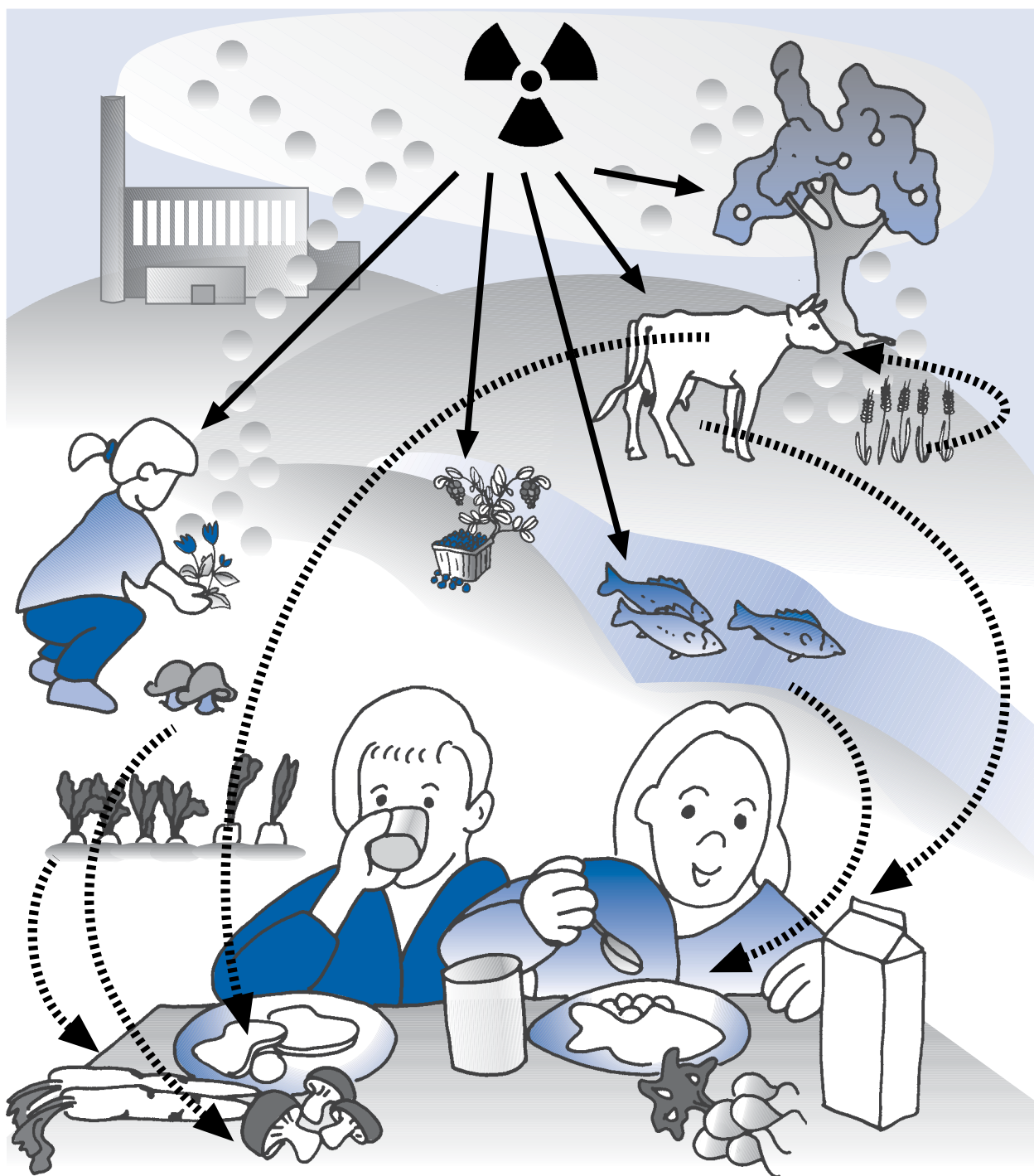
## Toimenpidetasot

Tarvittavat suojelutoimenpiteet pyritään toteuttamaan ennen radioaktiivisen pilven saapumista alueelle. Äkillisiä säteilytilanteita varten – kun muuta tietoa ei ole saatavilla – on olemassa määritellyt säteilytasot, joiden ylittyessä pelastusviranomaiset antavat kehotuksen suojautua. Toimenpidetasot on ilmaistu ulkoisena annosnopeutena, jota voidaan mitata jokaisessa kunnassa olevilla säteilymittareilla. Ulkoisen annosnopeuden yksikkö on mikrosievertiä tunnissa ( $\mu\text{Sv/h}$ ). Ks. s. 2, Käsitteet tutuiksi -faktalaatikko.

Suojelutoimenpide	Ulkoinen annosnopeus, jonka ylittyessä toimenpide on tarpeen
Joditablettien nauttiminen	100 $\mu\text{Sv/h}$ aikuiset, 10 $\mu\text{Sv/h}$ lapset
Sisälle suojautuminen	100 $\mu\text{Sv/h}$
Kulkurajoitukset	100 $\mu\text{Sv/h}$
Kotieläintuotannon suojaaminen	1 $\mu\text{Sv/h}$

Evakuointi on tarpeen pilven ylikulun jälkeen, jos maahan ja pinnoille on jäänyt radioaktiivisia aineita niin paljon, että niiden aiheuttama ulkoinen annosnopeus on yli 1000 mikrosievertiä tunnissa. Evakuointi aloitetaan, kun ulkoilma on puhdistunut radioaktiivisista aineista. Radioaktiivisen pilven ollessa kohdalla suojaudutaan sisätiloihin.





**Tärkeimmät säteilylle altistumisen tavat:**

- suora säteily pilvestä sen ylikulun aikana
- radioaktiivisten aineiden hengittäminen pilven ylikulun aikana ulkona ilman suojausta
- suora säteily pilvestä maahan ja kaikille pinnoille laskeutuneista radioaktiivisista aineista
- pilvestä maahan ja kasvien pinnalle laskeutuneiden radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen elintarvikkeiden kautta ihmiseen.

merkittävä uhka radioaktiivisten aineiden leviämisestä ympäristöön. Evakuointia voidaan harkita tuulen alapuolella 20 kilometriin asti. Muuten varaudutaan suojautumaan sisätiloihin.

Kun radioaktiivinen pilvi on ohittanut alueen, hengitysilmassa ei enää ole radioaktiivisia aineita. Sen sijaan niitä on maassa ja kaikilla pinnoilla. Laskeumatilanne kartoitetaan nopeasti lentomittauksin. Saastunutta ympäristöä ryhdytään tarpeen mukaan puhdistamaan. Huomioon otetaan myös puhdistushenkilöstön turvallisuus ja puhdistuksella saavutettava kokonaisvaikutus säteilyannoksen rajoittamiseksi pitkällä aikavälillä. Tarvittaessa väestö voidaan siirtää määrääjäksi pois saastuneilta alueilta.

Ympäristöön jäävien radioaktiivisten aineiden luonnollinen

poistuminen ympäristöstä voi kestää kauan. Ensimmäisen vuoden aikana aineiden pitoisuus tosin pienenee merkittävästi.

#### **Maataloustuotannon suojaaminen**

Tuotannon suojaamisella vähennetään ihmisten elintarvikkeista saamaa säteilyaltistusta. Maatalouden harjoittajia kehoitetaan jo uhkatilanteen aikana kotieläintuotteiden puhtauden varmistamiseksi suojaamaan kotieläimet sisätiloihin sekä suojaamaan mahdollisuuksien mukaan eläinten rehu. Toimenpiteeseen ryhdytään jo hyvin lievässä säteilytilanteessa, sillä radioaktiiviset aineet kulkeutuvat tehokkaasti maitoon ja lihaan.

Harkittavia toimenpiteitä ennen radioaktiivisen pilven saapumista ovat vuodenajasta riippuen myös pelloilla kasvavan uuden

rehun talteenotto ja juomaveden varaaminen.

Laskeumatilanteessa annetaan ohjeita mahdollisimman puhtaan rehun tuottamiseksi ja puhtaan rehun hankkimiseksi laskeuma-alueen ulkopuolelta.

Peltojen lannoitus ja muokaus vähentävät tehokkaasti maataloustuotteisiin kulkeutuvien radioaktiivisten aineiden määrää.

#### **Elintarvikkeiden puhtaus**

Säteilyannoksen rajoittamiseksi huolehditaan, että kaupan olevat elintarvikkeet ovat puhtaita. EU:n säätämiä rajoja on noudatettava koko EU:n alueella. EU:n rajat koskevat myös EU:n ulkopuolisten maiden kanssa käytävää kauppaa.

Elintarvikkeisiin joutuvien radioaktiivisten aineiden määrää voidaan rajoittaa muun muassa

#### **Jodilla suojataan kilpirauhasta säteilyltä**

Vakavassa ydinonnettomuudessa voi ilmaan vapautua radioaktiivista jodia. Radioaktiivinen jodi kulkeutuu hengityksen mukana keuhkoihin ja keräytyy lopulta kilpirauhaseen. Kilpirauhasen saama säteilyannos voi aiheuttaa rauhaseen kasvaimia tai vajaatoimintaa.

Radioaktiivisen jodin kertymistä kilpirauhaseen voi estää ottamalla joditabletin. Tabletin sisältämä ei-radioaktiivinen kaliumjodidi kyllästää kilpirauhasen. Tällöin radioaktiivinen jodi ei imeydy rauhaseen. Oikea ajoitus on tärkeä. Liian aikaisin tai myöhään otettuna tabletin suojavaikutus heikenee. Joditabletit eivät suojaa muilta radioaktiivisilta aineilta.

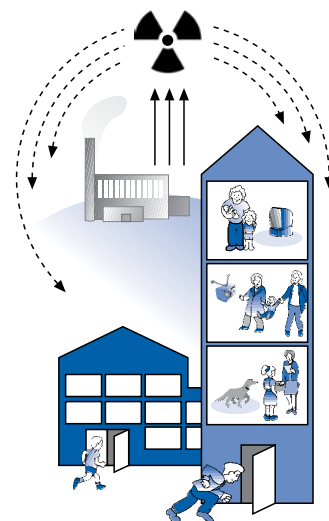
Ihmisiä kehoitetaan ottamaan joditabletti, jos ilmassa ennustetaan olevan tuhansia becquereleja radioaktiivista jodia kuutiometriä kohden.

#### **Mistä saa joditabletteja**

Joditabletteja saa ostaa apteekeista. Suomen viranomaiset kehottavat

- taloyhtiöitä varaamaan joditabletteja asukkaiden tarpeeseen
- työpaikkoja, kouluja, päiväkoteja ja muita hoitolaitoksia hankkimaan joditabletteja jokaista työntekijää ja asiakasta varten
- väestöä hankkimaan joditabletteja koteihinsa ja loma-asuntoihinsa
- terveyskeskuksia varaamaan joditabletteja jaettavaksi uhkatilanteissa turisteille ja asukkaille, joilla tabletteja ei ole kotona

Voimayhtiöt huolehtivat joditablettien hankkimisesta ja jakelusta viiden kilometrin säteellä ydinvoimalaitoksesta.



tuotannon suuntauksella. Esimerkiksi valmistettaessa maidosta juustoa, jää valtaosa radioaktiivisista aineista heraan. Juuston kypsyessä ehtii siihen mahdollisesti jäänyt jodi hävitä lähes kokonaan.

Elintarviketuottajille ja tuotantolaitoksille annetaan ohjeita tuotteiden puhtauden varmistamiseksi.

Myös koti- ja suurtalouksille annetaan ohjeita radioaktiivisuuden vähentämiseksi ruuanvalmistuksessa luonnontuotteista ja muista elintarvikkeista.

Onnettomuuden jälkitilanteessa voidaan joutua rajoittamaan joidenkin elintarvikkeiden käyttöä. STUK ja asianomaiset viranomaiset antavat tiedotusvälineissä ohjeita ja suosituksia itse tuotettujen elintarvikkeiden käyttäjille sekä metsistä ja järvistä saatavien elintarvikkeiden käyttäjille.

### Kun säteilyvaara uhkaa

- Mene sisälle, jos kuulet yleisen vaaramerkin tai kehotuksen suojautua sisätiloihin.
- Pysäytä ilmastointi. Sulje tiiviisti ovet, ikkunat ja ilmanvaihtoaukot. Sulje myös takkahormi, liesituuletin ja postiluukku. Tilkitse tai peitä raot esimerkiksi vahvalla teipillä. Jos mahdollista, peitä katolla olevat ilmastointi- ja savuhormit. Pysy rakennuksen keskiosassa tai kellarissa ja vältä huoneita, joissa on suuria ikkunoita.
- Kuuntele ohjeita radiosta tai televisiosta. Älä käytä puhelinta.
- Ota joditabletti vasta viranomaisen kehotuksesta (katso ohjeet tältä sivulta: Näin käytät joditablettia).
- Suojaa elintarvikkeet ja juomavesi mahdollisimman pölytiivisti esimerkiksi muovipusseihin tai rasioihin. Jääkaappi, pakastin ja tiiviit pakkaukset suojaavat radioaktiiviselta pölyltä.
- Jos on pakko käydä ulkona, käytä tiivistä, ihon peittävää asua, esimerkiksi sadevaatteita, suojalaseja ja kumisaappaita. Käytä hengityssuojainta, pyyhettä tai talouspaperia suusi edessä. Riisu vaatteet sisälle tullessasi eteiseen. Puhdista ne esimerkiksi huuhtelemalla ja peseydy itse huolellisesti suihkussa.
- Siirrä kotieläimet sisätiloihin ja suojaa hyvin niiden rehu ja juomavesi.

Päästöpilven mentyä ohi ulkoilmassa ei enää ole radioaktiivisia aineita.

- Tuuleta sisätilat huolellisesti ja pyyhi pinnat, sillä tiivistämisestä huolimatta asuntoon tihkuu jonkin verran radioaktiivisia aineita.
- Maanpinnalla, vedessä ja rakennusten pinnoilla on pilvestä laskeutuneita radioaktiivisia hiukkasia. Viranomaiset antavat ohjeet tarvittavista puhdistustoimista ja elintarvikkeiden mahdollisista käyttörajoituksista.

Lisätietoja säteilyvaaraan varautumisesta: [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)

Kysy meiltä: [palaute@stuk.fi](mailto:palaute@stuk.fi)

### Näin käytät joditablettia

- Ota joditabletti vain viranomaisen kehotuksesta oikean ajoituksen varmistamiseksi. Ohjeet kuulet radiosta ja televisiosta.
- Annostelee tabletit oikein:  
1 tabletti aikuiselle ja yli 12-vuotiaalle lapselle, 1/2 tablettia 3–12-vuotiaalle lapselle, 1/4 tablettia 1 kuukauden – 3 vuoden ikäiselle lapselle ja 1/8 tablettia alle kuukauden ikäiselle lapselle.
- Joditablettien ottaminen on erityisen tärkeää lapsille ja odottaville äideille. Yli 40-vuotiaalle tablettien merkitys on hyvin pieni.
- Ota vain yksi annos. Sen antama suoja säilyy noin vuorokauden. Päästöpilven aiheuttama altistus hengityksen kautta kestää todennäköisesti vain muutaman tunnin. Jos päästö uusiutuu tai jatkuu pitkään, annetaan kehoitus uudesta annoksesta radiossa ja televisiossa.
- Älä ota joditablettia, jos olet yliherkkä jodille tai sinulla on todettu kilpirauhasen toimintahäiriö, kyhmy tai muu kilpirauhas sairaus.

Vakavan säteilyvaaratilanteen todennäköisyys Suomessa on hyvin pieni. Koska onnettomuuden riski on kuitenkin olemassa, on siihen varauduttu. Nopea tiedonsaanti uhkaavasta tilanteesta on varmistettu. Myös Suomen säteilytilannetta seurataan jatkuvasti. Ilmoitukset pienimmistäkin tapahtumista tai havainnoista tulevat Säteilyturvakeskuksen päivystykseen. Vaaratilanteesta ja toimintaohjeista kerrotaan viipymättä radiossa ja televisiossa.

### **Lisätietoa**

Säteilyvaaratilanteessa viranomaiset antavat toimintaohjeet väestölle ja tietoa tapahtumista radion ja TV:n välityksellä. Lisäksi tietoa saa Ylen Teksti-TV:n säteilyturvasivulta 867 sekä internetistä: [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi) ja [www.pelastustoimi.fi](http://www.pelastustoimi.fi). Puhelinluettelon alkusivuilla on yleiset toimintaohjeet säteilyvaaratilanteen varalle.

Katsaukset:

- Radioaktiivinen laskeuma ja ravinto (Syyskuu 2009)
- Säteilyn terveysvaikutukset (Elokuu 2009)
- Ihmisen radioaktiivisuus (Maaliskuu 2009)
- Ydinvoimalaitosten turvallisuus (Heinäkuu 2008)
- Ionisoiva säteily (Huhtikuu 2005)

Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja, osat 1–5. Säteilyturvakeskus 2002–2004.



Laippatie 4, 00880 Helsinki  
Puh. (09) 759 881, fax (09) 759 88 500  
[www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)

Yliopistopaino, Helsinki 2008